

LNG海上輸送の今後の展開

森 隆 行
(流通科学大学商学部教授)

目 次

1. はじめに
2. 天然ガスとLNG市場
3. LNG海上輸送とLNG船
 - 3-1 LNG海上輸送の歴史
 - 3-2 LNG船型の変遷
 - 3-3 世界のLNG船隊
4. LNGの需要と供給動向
 - 4-1 LNG需要動向
 - 4-1 LNG供給動向
5. LNG海上輸送市場の変化
6. LNG海上輸送の今後の展開
7. おわりに

1. はじめに

原油価格の高騰や地球温暖化、環境保護の観点からエネルギー問題が注目を浴びている。これまで開発コストが高いことから手をつけられていなかったオイルシェールやオイルサンドなど非在来型原油にも開発の目が向けられている。こうしたなかで、天然ガスは燃焼時の二酸化炭素（CO₂）排出量が石炭の約60%と少ないことから、その需要が伸びている。2006年における天然ガスは世界の1次エネルギーの24%を占めている（石油36%、石炭28%）。その74.8%は自国内で消費され、26.2%が輸出されている。輸出される天然ガスの71.8%がパイプラインによるものであり、残りの28.2%が液化して液化天然ガス（LNG）として船で輸送されている。近年、世界のLNG需要は年率約8%の伸びである。これは、天然ガス全体の需要をはるかに上回るものである。LNGは、日本を中心とするアジアがその需要の中心であり、中国をはじめとするアジアの急激な経済成長によるエネルギー需要の増加がLNG需要の大幅な伸びの主な要因である。同時に、欧州や米国でもLNG輸入が増加し、5～10年後にはLNG市場はアジアから欧米にその中心が移ると予想される。また、インドネシアの供給が減少する一方、ロシアやカタールの新規プロジェクトの立ち上げによりLNG供給サイドの地図も大きく塗り変わろうとしている。洋上LNG生

産技術の実用化は、これまで採算的に開発の難しかった中規模LNG基地の開発を促進する。このように、今日LNGの需要、供給構造が大きく変わりつつある。その結果、LNG輸送市場にも大きな変化の波が押し寄せている。

日本は、LNGの約40%を輸入する最大のLNG輸入国である。日本の1次エネルギーの14%、発電の26%をLNGに依存する。また、邦船3社のLNG運航隻数は、商船三井59隻、日本郵船40隻、川崎汽船32隻とLNG輸送のメジャープレイヤーである（共有船を含む）。本報告は、LNGの需給とその輸送市場の変化を先取りし対応することが日本の外航海運にとって、また日本の国益の観点からも重要であるとの問題意識が基になっている。

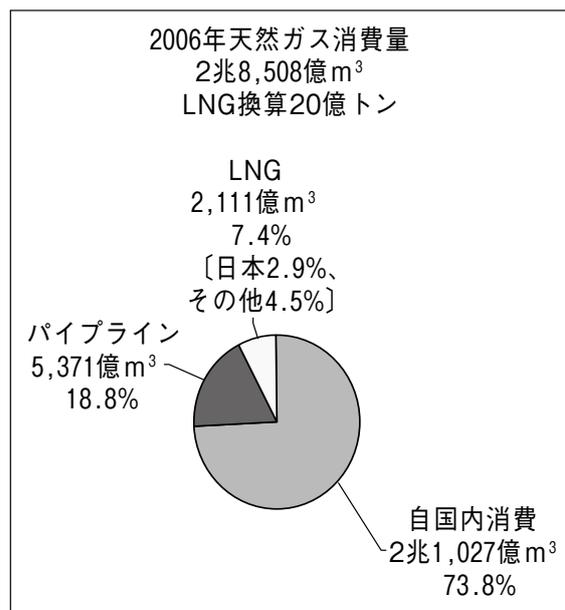
最初に、これまでのLNG市場の概要をまとめ、次に、LNGの需給面で起こっている変化を述べ、その結果、LNG輸送市場にどのような変化が起きているのか、そしてその背景は何なのかを明らかにし今後の変化の方向を探った。

2. 天然ガスとLNG市場

世界の天然ガス消費量は2兆8,508億立方メートル（2006年、LNG換算20億トン）であり、そのうち自国内消費が74.8%、貿易取引されたのが26.2%である。また、貿易取引のうちパイプラインによる取引が71.8%、LNG輸送が28.2%である。このLNG輸送は、天然ガス生産量全体の7.4%にあたる（2,111億立方メートル、1.48億トン）。

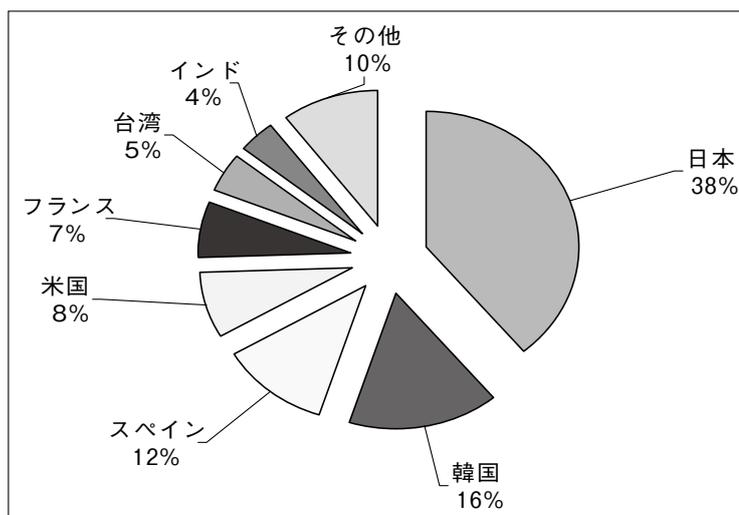
LNGの輸入国は、日本を中心とするアジアが中心である。日本（38.8%）、韓国（16.2%）、台湾（4.8%）の3ヶ国でおよそ60%を占める。日本国内で生産される天然ガスは240万トンで日本のLNG全需要量の0.37%である。輸入LNGの60~70%が電力業界であり、残りがガス会社他であり、日本は、一次エネルギーの14%、発電の26%をLNGに依存している。

図1 世界の天然ガス消費量に占める貿易量の割合



データ：BP Statistics Review 2007

図2 主要LNG輸入国の輸入割合



データ：BP Statistics Review 2007

3. LNG海上輸送とLNG船

3-1 LNG海上輸送の歴史

1941年米国でピーク時の緩和のために貯蔵されたのが初めてのLNGの実用利用である。LNG輸送は、1959年2月米国ルイジアナ州チャールズ湖岸から2,000トン英国のキャンベイ港まで輸送したのが最初である。この時に使用されたのが、“メタン・パイオニア”である。プロジェクトとして本格的なLNG輸送が始まったのは、1964年アルジェリアから英国への輸送が最初である。このプロジェクトの輸送にあたったのが“メタン・プリンセス”である。日本のLNG輸送は、1969年、東京電力、東京ガスによるアラスカから日本への“ポーラ・アラスカ”での輸入によって始まった。

3-2 LNG船型の変遷

LNG船は、その積載能力を容積（立方メートル）によって表すのが一般的である。1964年、アルジェリアのLNGプロジェクトの輸送に使用された“メタン・プリンセス”の積載能力が2万7,400立方メートルである。以来、徐々にLNG船の大型化が進展してきた。LNG需要の伸びに伴い、近年は、さらにその大型化が急速に進み、現在のLNG船の標準は15.5～16.5万立方メートルである。2008年～2010年までに竣工が予定されているLNG船のうち19隻が21万立方メートルのカタールフレックス、14隻が26万立方メートルのカタールマックスと呼ばれる大型船である。カタールフレックス及びカタールマックスは、カタールプロジェクトに合わせたカタール入港可能な最大船型のことである。日本の港でカタールマックスの大型LNG船の受け入れ可能な、認可を受けている港は、現在は新潟港のみである。京浜、伊勢湾、大阪、大分などのLNG基地でも物理的には受け入れ可能であり今後認可を受け、受け入れ可能になる見込みである。

表1 LNG船型の変遷

| 年 代 | 船 型 | Remarks |
|---------------|--|--------------------------------|
| 1964年 | 27,400m ³ | メタン・プリンセス |
| 1969年 | 71,500m ³ | ポーラ・アラスカ（アラスカから日本向け、東京電力・東京ガス） |
| 1972-1975年 | 125,000m ³ | |
| 1990年代後半 | 135,000m ³ | |
| 2003年 | 145,000m ³ | 東京ガス向け |
| 2007年の標準 | 155,000-165,000m ³ | |
| 2008年-2011年竣工 | 216,000m ³ 260,000m ³ | カタールフレックス カタールマックス |

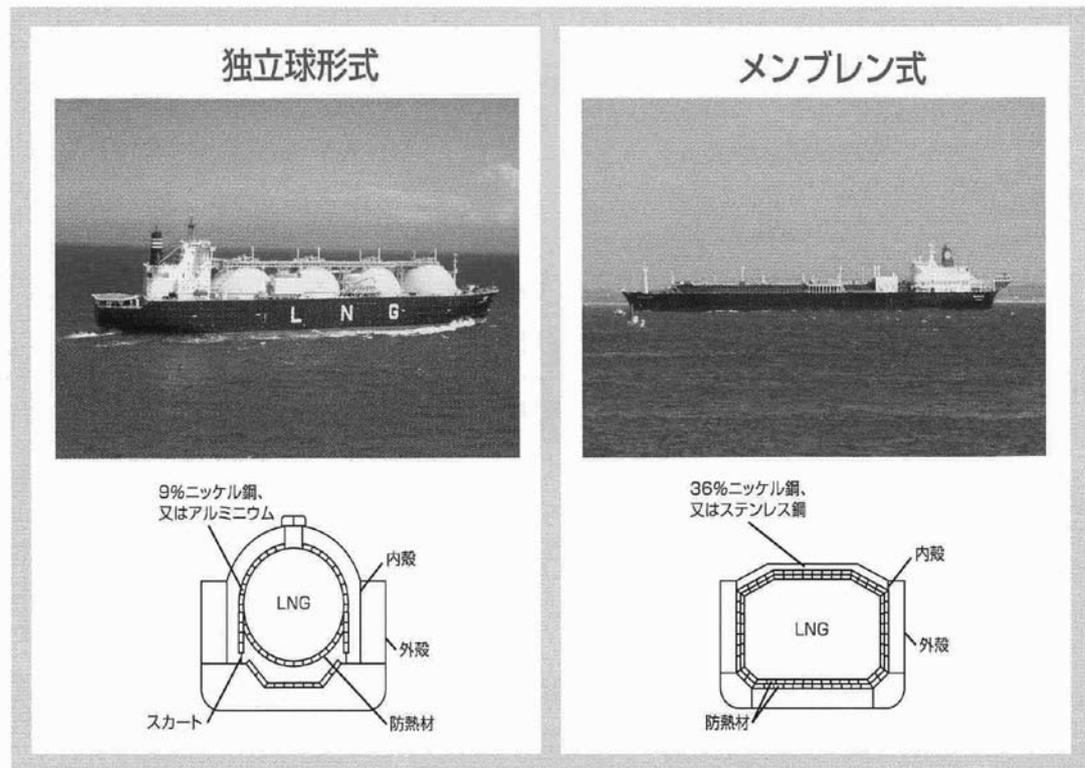
LNG船には、モス型（独立球形）とメンブレン型の2タイプがある。独立球形タンクによる方式はノルウェーのモス市（オスロの南50キロメートル）で開発されたことからモス型と呼ばれる。日本では、三菱重工業、川崎造船、三井造船がライセンス契約を行っている。メンブレン型は、テクニガス社とガストラנסポート社が開発した2つの方式からなるが、1994年2社が合併し、ガストラנסポート&テクニ社（GTT社）となったことからGTT方式とも呼ばれる。

表2 モス型・メンブレン型比較

| | モス型 | メンブレン型 |
|--------|---|---|
| 構造 | 船体から独立した球形タンク。スカートと呼ばれるタンク支持部の上端で支えられている。支持部の下端は船倉内壁に溶接されている。 | メンブレンと呼ばれる薄いステンレス鋼がタンクを支える役割を兼ねる断熱材をはさんで船体そのものによって保持され強度を保つ構造になっている。 |
| 利点 | <ul style="list-style-type: none"> ・LNGの蒸発ガスが少ない。 ・安全を確保しながら部材を薄くできる。 ・溶接箇所が少なく、品質管理が容易である。 ・検査・保守空間が船倉内に確保できる。 ・衝突・座礁などの際の漏洩に対する安全度が高い。 | <ul style="list-style-type: none"> ・船倉の空間利用率が高く、LNG積載量が多くなる。 ・甲板上の突起部を最小に抑えられる。 ・タンク熱容量が小さいため積み降ろしの際の熱の無駄が少ない。 |
| 欠点・問題点 | <ul style="list-style-type: none"> ・球形であるため船倉の空間利用率が悪い。 ・甲板上のタンクの突起部によって船の前方の視界が遮られる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・タンク外部からの検査・保守が出来ない。 ・メンブレン・棒熱在、2次防壁の取り付けなど、高精度の作業が必要である。 |

モス型はLNGの蒸発ガスが少ないことや他の船との衝突や座礁事故発生時の漏洩に対する安全性の面から、日本ではこれまでモス型が主流であった。しかし、球状であるため船倉の利用率が悪いことや甲板上のタンクの突起部による前方視界が悪いこともあり、近年はメンブレン型の建造が増えている。

図3 モス型・メンブレン型



出所：坂出LNG株式会社パンフレットから

3-3 世界のLNG船隊

既存のLNG船は220隻（2008年3月末）である。LNG需要の増加を見込んで145隻のLNG船が発注されており、2011年ごろには365隻に膨れ上がると見込まれる。これは、隻数で65%増である。ただし、LNGプロジェクトの遅れもあり、これにあわせてLNG船の建造を見合わせるもところも出ると予想される。

LNG船を運航する船社は、日本や韓国、ヨーロッパの他、マレーシアのMISCなど産ガス国の船社もある（表3）。日本では、商船三井、日本郵船、川崎汽船、飯野海運がLNG船を運航している。LNG船は船価が高く、大きなプロジェクトのために複数の船社で共有されるものも多い。自社で船舶管理を行っている、あるいは持分で50%以上を支配している隻数で見ると商船三井は運航隻数で世界一であり、以下Shell、MISC、日本郵船と続く。邦船社は多くのLNGプロジェクトの輸送に関与しており、更なる船体拡大を図っている（表4）。

表3 世界の主要LNG船運航船社

| 国 | 船主 |
|-------|--------------------------------------|
| 日本 | MOL, NYK, K-Line, Iino |
| 韓国 | HMM, Hanjin, Korea Line, SK, STXPan |
| 中国 | China Merchants |
| マレーシア | MISC |
| ノルウェー | Golar, Bergesen, Leif Hoegh, Knutsen |
| デンマーク | AP Moller |
| ベルギー | Exmar |
| フランス | Louis Dreyfus |
| ドイツ | CST, Pronav |
| ギリシャ | Maran Gas, Dynacom, Tsakos |
| スペイン | Elcano, Maritime Del Norte |
| 米国 | OSG |
| カナダ | TeeKay |

各種資料を基に著者作成

表4 邦船3社のLNG運航船舶数

| | 運航LNG隻数 | 発注残 | 将来運航規模 (自社船舶管理船数) | |
|------|---------|-----|----------------------|-----------------------|
| 商船三井 | 59隻 | 21隻 | 80隻 (48隻) | 2009年 参画Project 31 |
| 日本郵船 | 40隻 | 30隻 | 70隻 (40隻) | 2011年 |
| 川崎汽船 | 32隻 | 17隻 | 49隻 (15隻) | 2009年 |

データ：各社決算報告等をもとに著者作成、運航隻数・発注残は2008年3月末時点
注) 共有船を含むため一部重複計算されている。

4. LNGの需要と供給動向

4-1 LNG需要動向

LNGの需要面からの変化は、新たな輸入国の増加である。中国が2006年からLNGの輸入を始めた。2007年は291万トンとわずかであるが今後急激に増える見通しである。また、インドなどの新興国のLNG受入れが増える。次に、米国や英国がLNG受入れを開始したことだ。米国はLNG受入れに向けて、多数の基地を建設中である。現在、アジア地域がLNG輸送の60%を占めているが、欧州・北米地域のLNG輸送が増大する。このため、5～10年後には、LNG輸送の市場は欧州・北米地域がアジア地域を上回ると予想される。

4-2 LNG供給動向

LNGの供給面からは、インドネシアなどの供給力が低下する一方ロシア、カタルなどの新規プロジェクトが立ち上がり、供給勢力図が塗り換わっている。また、生産設備搭

載LNG船の出現によって中小規模のガス田の開発も可能になってくる。2008年6月川崎汽船が洋上でLNGを生産する特殊船事業会社FLEX・LNG社に15%出資することを発表した。今後ナイジェリア沖などの洋上で生産されたLNG輸送を引き受けることで輸送拡大を狙ったものである。洋上LNG生産はパイプラインの建設が不要であり低コストで早期のLNG生産を可能にする。これにより、中小規模のガス田の開発が促進されると考えられる。

また、こうした中で、ロシアによる天然ガス版OPEC構想の提唱に見られるように、ロシアやベネズエラなどの資源ナショナリズムの台頭、あるいはナイジェリアなどの政治不安から供給の不安定化が懸念される。

表5 LNGの主な新規輸入国の動向

| | | |
|-----|----------------------------------|--|
| 中国 | 2006年から輸入開始 | 2007年290万トン 西豪州ノースウェストシェルフ等 2010年カタールから500万トン 輸入契約者 ペトロチャイナ 今後、輸入が大幅に増加見込み |
| インド | 現在の輸入規模 500～600万トン | 今後、徐々に増加の見込み |
| 韓国 | 需給逼迫の見込み | KOGASの民営化問題を抱える |
| 米国 | 2000年以降LNG輸入再開 現在の輸入量1,300万トン | 輸入量は大幅増見込み |

著者作成

5. LNG海上輸送市場の変化

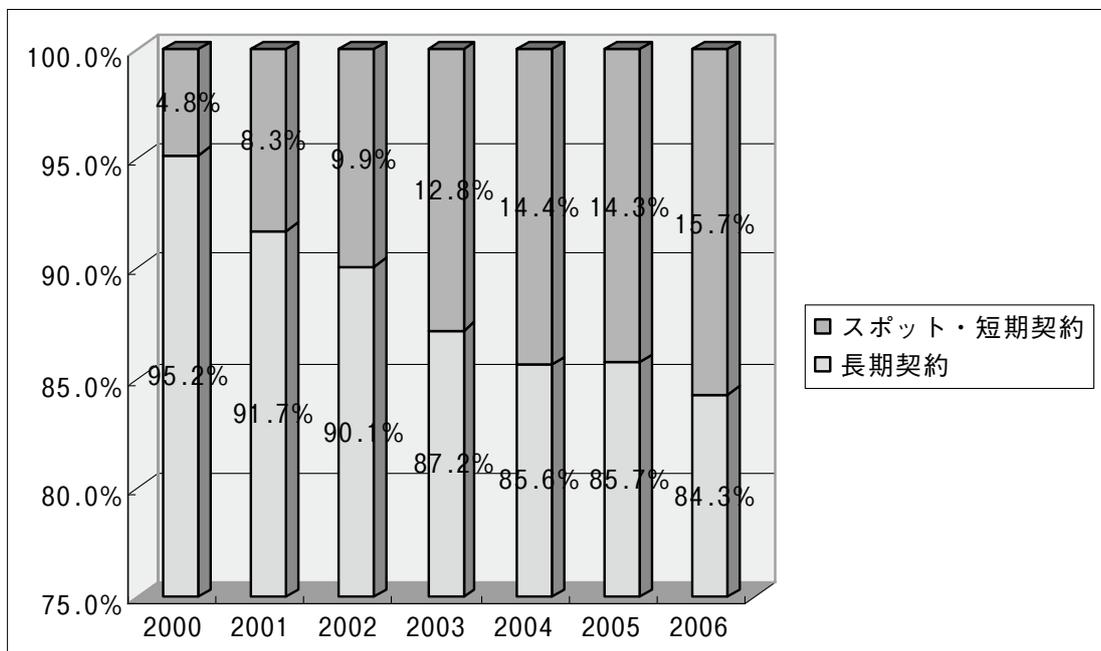
従来LNG取引は、基本的に長期契約に基づくもので、原油のような世界単一市場は存在しなかった。2000年頃から契約なしのLNG船発注が現れた。また、契約満了船がフリー船として出てきた。2000年4.8%であったスポット市場は2006年15.7%、2011年ごろには、多くのフリー船の出現によりLNG輸送に占める短期・スポット契約の割合は、25%まで拡大すると見込まれる。その結果、LNG輸送も原油輸送と同じように世界単一市場の形成へ向かうと見込まれる。但し、長期契約も依然として残り、その比率は原油よりも高いことから、LNG輸送における世界単一市場形成にはかなりの時間を要する。また、LNG船の保有、LNG基地建設など産ガス国自身がLNGフローバリューチェーンへ参画するなど、産ガス国の輸送を含めた川下への参入が活発になると見込まれる。LNG輸送市場は、多くのプレーヤーが乱立、競争が激化し、安全性が問題となる可能性もある。

また、現在のLNG貿易量は約1.5億トンであり、日本を中心としたアジアが主要輸入国である。しかし、米国は多数のLNG受入れ基地の建設をしており、今後LNGの米国向けが大幅に増加すると見込まれる。2030年頃には、米国のLNG輸入量が日本の輸入量を上回るとの予測もある。LNG貿易量の総量も大きく増え、2030年ごろには現在の3倍以上の5億トンに達すると推定される。

ここで注目すべきは石油メジャーズの動向である。これまで、石油メジャーズは、その

収益の約4割をガスから挙げているにもかかわらず、シェルを除いて、ガス事業は彼らにとって中心事業ではなかった。ガス事業からの収益は、北米や欧州のパイプラインガスから挙げたものであった。唯一シェルが西豪州などのLNGプロジェクトに積極的に参画していた。しかし、ここ数年、石油メジャーズの大規模なLNGへの新規投資が活発化した。その契機は、米国のLNG輸入復活である。これまで、LNG市場は、液化施設建設など莫大なコストと長期の時間を要するものであり、石油メジャーズにとって余り魅力のあるものでなかった。しかし、米国や欧州へのLNG販売が可能となり、柔軟性を持ったLNG市場は、石油メジャーズにとって取り組みやすく、魅力的な事業に変わった。中でも、エクソンモービルやシェルは受入れ基地の建設・保有からLNG船の保有による輸送までを含め、需要にあわせて世界中にLNGを供給できるグローバルな供給体制を構築しつつある。

図4 LNG海上輸送のスポット・短期契約割合の変遷



データ：Poten & Partners、「KAIUN」2008.3等を参考に著者作成

6. LNG海上輸送の今後の展開

LNG取引のスポット比率の増加や、市場がアジア地域から米国やヨーロッパへその重心が移動するといったこと以外にも、その輸送方法にも大きな変化が現れると考えられる。それは、新技術の実用化による天然ガス輸送の多様化と輸送方法共存の時代の到来である。

表6 天然ガスの今後予想される輸送形態

| | 輸送時の天然ガスの状態 | | |
|----|--|------------|--|
| 液体 | LNG (Liquid Natural Gas) 液化天然ガス | 大量遠距離輸送に適す | 船上再液化装置搭載 LNG船、LNGを石油製 品にして (GTL) 輸送 なども含む。 |
| 気体 | CNG (Compressed Natural Gas) 圧縮天然ガス | 中・近距離輸送に適す | |
| 固体 | NGH (Natural Gas Hydrate) 水化天然ガス | 中・近距離輸送に適す | |

ヒアリングを基に著者作成

将来の天然ガスの輸送形態として、液体は、LNG (大量遠距離に適す)、気体は、CNG (中・近距離に適す)、固体は、NGH (中・近距離に適す) が考えられる。21世紀は多様化の時代である。LNG輸送においても、様々な輸送形態が共存する時代を迎えると見込む。

ただし、CNG輸送船には高い強度が要求されるため、大量の鋼材が必要になる。そのため船が重くなることや鋼材価格のコストが高いことからCNG輸送には難点がある。

7. おわりに

現在のLNG輸送市場は、将来的な需要増を受けて新造船の発注が相次いでおり、今後数年の間に多くの新造LNG船が投入されると見込まれる。カタルフレックスやカタルマックスといった大型LNG船が主流を占めており、LNG輸送能力は大きく伸びる。一方で、LNGプロジェクトの開発の遅れが多発しており、LNG輸送の需給は緩んでいる。こうした状況に加えて、初期のLNGプロジェクトの契約が切れフリーのLNG船が市場に出てくる。契約のない新造船とあわせると、フリー船が今後数年で70隻に達すると見込まれる。LNGプロジェクトの遅れを理由に新造船の投入を遅らせる。あるいは建造キャンセルも考えられるが、いずれにせよこれまでのような長期契約でなく、スポット契約がかなりの割合を占めることになると考えられる。原油タンカー市場のように、長期契約、数量契約や短期のスポット契約などが混在する市場へと変化すると考えられる。LNG輸送も原油輸送と同じように世界単一市場の形成へと向かうことは避けられない。

また、これまでLNGの輸入は日本がその40%を占めるなどアジアが中心であった。中国やインドなど新興国のLNG輸入が増えると考えられるが、それ以上に米国やヨーロッパの輸入が増えるため、LNG輸入の中心はアジアから米国、ヨーロッパに移ると予想される。

供給サイドから変化を見るとロシア、ベネズエラやナイジェリアに代表される資源ナショナリズムの台頭が懸念される。LNGを含む資源の政治化は、供給の不安定化に結びつく。同時に、産ガス国による川下への事業参入もひとつの変化である。生産だけでなく輸送、あるいはLNG船の所有などへの産ガス国の参入である。マレーシアのMISCなどは自国で生産されるLNGをバックに世界第3位のLNG船隊を有している。将来的には、ロシアや中国の船社がLNG輸送に参入してくることは間違いない。その他の産ガス国においてもLNG船の運航まではしなくて自ら輸送手配するような契約、あるいは船舶の所有

や自ら基地建設にあたる、つまり産ガス国のLNGフローバリューチェーンへの参画が今後増えてくるということだ。LNG輸送市場への新規参入の増加により競争が激しくなる。多くの船社がLNG輸送に従事することになり、中にはその輸送品質が劣るものも現れる。これまで大きな事故の無かったLNG輸送であるが、品質の劣る船社の出現と初期のLNG船の老朽化から安全性の問題、つまりLNG輸送におけるサブスタンダード船の問題が出てくる可能性がある。

もう一つの変化は、天然ガス輸送の多様化だ。天然ガスをLNGの形で輸送するだけでなく、気体や固体にして、あるいは石油製品に変えて輸送するなど多様化が進む。

このようにLNG輸送は、1964年最初のLNG船メタン・プリンセス以来、40年余り、多くのLNGプロジェクトが立ち上がり、船も大型化し、順調にLNG輸送市場は拡大してきたが、21世紀に入り、産ガス国の役割や市場構造の変革期を迎えている。こうした中で、LNG輸送にあたる船社も状況の変化への対応を迫られている。船隊拡大と同時に、安全性への今まで以上の取り組みによる輸送品質を上げることで差別化を図ることが重要になる。

参考文献

- 1) 瀬川幸一 (2008) 「石油がわかれば世界が読める」朝日新書
- 2) 藤 和利 (2001) 「石油神話」文芸春秋
- 3) 石井吉徳 (2007) 「石油ピークが来た」日刊工業新聞社
- 4) 白水和憲 (2008) 「世界を動かす原油」中経出版
- 5) 芥川知至 (2008) 「原油価格高騰の謎」技術評論社
- 6) 石井彰 (2007) 「石油もう一つの危機」日経BP社
- 7) 十市勉 (2007) 「21世紀のエネルギー地政学」産経新聞出版
- 8) ジャナ＝マリー・シェヴェリエ (2007) 「世界エネルギー市場」作品社
- 9) JOGMEC石油天然ガス・金属鉱物資源機構編 (2008) 「台頭する国営石油会社」エネルギーフォーラム
- 10) 日本エネルギー経済研究所 (2008) 「エネルギー・経済統計要覧'08」(財)省エネルギーセンター
- 11) 鈴木信市・三神直人 (2008) 「中規模LNGは実現可能なのか？」石油・天然ガスレビュー2008.3 Vol.42 No2 pp17-42